

明 細 書

発明の名称：

ファブリペロー干渉フィルタ、及びファブリペロー干渉フィルタの製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、ファブリペロー干渉フィルタ、及びファブリペロー干渉フィルタの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来のファブリペロー干渉フィルタとして、基板と、基板上に配置された第1ミラー部を有する第1層と、空隙を介して第1ミラー部と対向する第2ミラー部を有する第2層と、第1層と第2層との間において空隙を画定する中間層と、を備えるものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-257561号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したようなファブリペロー干渉フィルタでは、第1層、中間層及び第2層のそれぞれの厚さが、例えば数十nm～数十 μ m程度というように極めて薄いため、使用時等に各層に剥がれが生じるおそれがある。

[0005] 本開示の一形態は、基板上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができるファブリペロー干渉フィルタ、及びファブリペロー干渉フィルタの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一形態に係るファブリペロー干渉フィルタは、第1表面を有する基板と、第1表面に配置された第1ミラー部を有する第1層と、第1ミラー

部に対して基板とは反対側において空隙を介して第1ミラー部と対向する第2ミラー部を有する第2層と、第1層と第2層との間において空隙を画定する中間層と、を備え、基板は、第1表面に垂直な方向から見た場合に中間層の外縁よりも外側に位置する外縁部を有し、第2層は、中間層を被覆する被覆部と、外縁部における第1表面上に位置する周縁部と、を更に有し、第2ミラー部、被覆部及び周縁部は、互いに連続するように一体的に形成されており、周縁部は、外縁部の外縁に沿って薄化されている。

[0007] このファブリペロー干渉フィルタでは、第2層が、第1ミラー部に加えて、中間層を被覆する被覆部と、外縁部における第1表面上に位置する周縁部と、を更に有しており、これら第1ミラー部、被覆部及び周縁部が、互いに連続するように一体的に形成されている。これにより、第2層によって中間層が覆われているので、中間層の剥がれが抑制されている。また、第2層によって中間層が覆われているので、例えばエッチングによって中間層に空隙を形成した場合でも、中間層の劣化が抑制され、その結果、中間層の安定性が向上している。更に、このファブリペロー干渉フィルタでは、周縁部は、外縁部の外縁に沿って薄化されている。これにより、例えば、基板に対応する部分を含むウェハを外縁部の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタを得た場合でも、基板上の各層の劣化が抑制され、その結果、基板上の各層の安定性が向上している。以上により、このファブリペロー干渉フィルタによれば、基板上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。なお、「周縁部が外縁部の外縁に沿って薄化されている」とは、「周縁部のうち外縁部の外縁に沿う部分の厚さが、周縁部のうち外縁部の外縁に沿う部分を除く他の部分の厚さよりも小さい（0を含む）」ことを意味する。

[0008] 本開示の一形態に係るファブリペロー干渉フィルタでは、被覆部は、第1層の外縁を被覆していてもよい。これによれば、第1層の剥がれをより確実に抑制することができる。更に、例えば、基板に対応する部分を含むウェハを外縁部の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタを得た場合でも、第1層の劣化をより好適に抑制することができる。

- [0009] 本開示の一形態に係るファブリペロー干渉フィルタでは、第1層は、窒化シリコン層を含む積層体であってもよい。これによれば、第1層の窒化シリコン層が外部に露出していないため、例えば、フッ酸ガスを用いたエッチングによって中間層に空隙を形成した場合でも、フッ酸ガスと窒化シリコン層とが反応して残渣が発生することを抑制することができる。
- [0010] 本開示の一形態に係るファブリペロー干渉フィルタでは、第2層は、複数の層を含む積層体であり、周縁部は、複数の層の一部が除去されていることによって、外縁部の外縁に沿って薄化されていてもよい。これによれば、複数の層のうち除去されずに残存している部分によって、基板の第1表面を保護することができる。
- [0011] 本開示の一形態に係るファブリペロー干渉フィルタは、基板において第1表面と対向する第2表面に配置された第3層を更に備え、第3層は、外縁部の外縁に沿って薄化されていてもよい。これによれば、基板の第2表面に第3層が配置されているので、基板の第1表面側と第2表面側との間の層構成の不一致に起因する基板の反りを抑制することができる。更に、例えば、基板に対応する部分を含むウェハを外縁部の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタを得た場合でも、第3層の劣化が抑制され、その結果、第3層の各層の安定性が向上している。なお、「第3層が外縁部の外縁に沿って薄化されている」とは、「第3層のうち外縁部の外縁に沿う部分の厚さが、第3層のうち外縁部の外縁に沿う部分を除く他の部分の厚さよりも小さい（0を含む）」ことを意味する。
- [0012] 本開示の一形態に係るファブリペロー干渉フィルタの製造方法は、上記ファブリペロー干渉フィルタの製造方法であって、基板に対応する部分を複数含むウェハを用意し、第1ミラー部を有する第1層を、基板に対応する部分ごとに形成する第1ステップと、第1ステップの後に、空隙に対応する除去予定部を有する中間層を、基板に対応する部分ごとに形成する第2ステップと、第2ステップの後に、複数の貫通孔が形成された第2ミラー部と、中間層を被覆する被覆部と、外縁部の外縁に沿って薄化された周縁部と、を有す

る第2層を、基板に対応する部分ごとに形成する第3ステップと、第3ステップの後に、貫通孔を介したエッチングによって除去予定部を除去することにより、第1ミラー部と第2ミラー部との間に位置する空隙を、基板に対応する部分ごとに形成する第4ステップと、第4ステップの後に、外縁部の外縁に沿ってウェハを切断し、ファブリペロー干渉フィルタを得る第5ステップと、を備える。

[0013] このファブリペロー干渉フィルタの製造方法では、中間層を被覆する被覆部を有する第2層を形成した後に、エッチングによって中間層の除去予定部を除去する。これにより、エッチングによって除去予定部を除去する際の中間層の劣化を抑制することができる。更に、このファブリペロー干渉フィルタの製造方法では、外縁部の外縁に沿って薄化された周縁部を有する第2層を形成した後に、ウェハを外縁部の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタを得る。これにより、ウェハを切断する際の基板上の各層の劣化を抑制することができる。また、このファブリペロー干渉フィルタの製造方法により製造されたファブリペロー干渉フィルタでは、第2層によって中間層が被覆されているので、中間層の剥がれが抑制されている。以上により、このファブリペロー干渉フィルタの製造方法によれば、基板上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。

[0014] 本開示の一形態に係るファブリペロー干渉フィルタの製造方法では、第5ステップにおいては、レーザ光の照射によって、外縁部の外縁に沿ってウェハの内部に改質領域を形成し、改質領域からウェハの厚さ方向に亀裂を伸展させることにより、外縁部の外縁に沿ってウェハを切断してもよい。これによれば、周縁部が外縁部の外縁に沿って薄化されているので、レーザ光をウェハの内部に好適に集光させることができ、ウェハを精度良く切断することができる。

発明の効果

[0015] 本開示の一形態によれば、基板上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができるファブリペロー干渉フィルタ、及びファブリペロー干渉フィルタ

の製造方法を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1] 図1は、本開示の一実施形態に係るファブリペロー干渉フィルタの平面図である。

[図2] 図2は、図1のファブリペロー干渉フィルタの底面図である。

[図3] 図3は、図1のIII-III線に沿ってのファブリペロー干渉フィルタの断面図である。

[図4] 図4(a)及び図4(b)は、図1のファブリペロー干渉フィルタの製造方法を説明するための図である。

[図5] 図5(a)及び図5(b)は、図1のファブリペロー干渉フィルタの製造方法を説明するための図である。

[図6] 図6(a)及び図6(b)は、図1のファブリペロー干渉フィルタの製造方法を説明するための図である。

[図7] 図7は、図1のファブリペロー干渉フィルタの製造方法を説明するための図である。

[図8] 図8(a)は、第1変形例のファブリペロー干渉フィルタの断面図であり、図8(b)は、第2変形例のファブリペロー干渉フィルタの断面図である。

[図9] 図9(a)は、第3変形例のファブリペロー干渉フィルタの断面図であり、図9(b)は、第4変形例のファブリペロー干渉フィルタの断面図である。

[図10] 図10は、第5変形例のファブリペロー干渉フィルタの断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本開示の一実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

なお、以下の説明において、同一又は相当要素には同一符号を用い、重複する説明を省略する。

[0018] 図1、図2及び図3に示されるように、ファブリペロー干渉フィルタ1は

、基板 1 1 を備えている。基板 1 1 は、第 1 表面 1 1 a と、第 1 表面 1 1 a と対向する第 2 表面 1 1 b と、を有している。第 1 表面 1 1 a には、反射防止層 2 1、第 1 積層体（第 1 層）2 2、中間層 2 3 及び第 2 積層体（第 2 層）2 4 が、この順序で積層されている。第 1 積層体 2 2 と第 2 積層体 2 4 との間には、枠状の中間層 2 3 によって空隙（エアギャップ）S が画定されている。

[0019] 第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合（平面視）における各部の形状及び位置関係は、次の通りである。基板 1 1 の外縁は、例えば矩形状である。基板 1 1 の外縁と第 2 積層体 2 4 の外縁とは、互いに一致している。反射防止層 2 1 の外縁と第 1 積層体 2 2 の外縁と中間層 2 3 の外縁とは、互いに一致している。基板 1 1 は、中間層 2 3 の外縁よりも外側に位置する外縁部 1 1 c を有している。外縁部 1 1 c は、例えば、枠状であり、第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に中間層 2 3 を包囲している。

[0020] ファブリペロー干渉フィルタ 1 は、その中央部に画定された光透過領域 1 a において、所定の波長を有する光を透過させる。光透過領域 1 a は、例えば円柱状の領域である。基板 1 1 は、例えば、シリコン、石英又はガラス等からなる。基板 1 1 がシリコンからなる場合には、反射防止層 2 1 及び中間層 2 3 は、例えば、酸化シリコンからなる。中間層 2 3 の厚さは、例えば、数十 nm ～数十 μ m である。

[0021] 第 1 積層体 2 2 のうち光透過領域 1 a に対応する部分は、第 1 ミラー部 3 1 として機能する。第 1 ミラー部 3 1 は、反射防止層 2 1 を介して第 1 表面 1 1 a に配置されている。第 1 積層体 2 2 は、複数のポリシリコン層 2 5 と複数の窒化シリコン層 2 6 とが一層ずつ交互に積層されることで構成されている。本実施形態では、ポリシリコン層 2 5 a、窒化シリコン層 2 6 a、ポリシリコン層 2 5 b、窒化シリコン層 2 6 b 及びポリシリコン層 2 5 c が、この順で反射防止層 2 1 上に積層されている。第 1 ミラー部 3 1 を構成するポリシリコン層 2 5 及び窒化シリコン層 2 6 のそれぞれの光学厚さは、中心透過波長の $1/4$ の整数倍であることが好ましい。なお、第 1 ミラー部 3 1

は、反射防止層 2 1 を介することなく第 1 表面 1 1 a 上に直接に配置されてもよい。

[0022] 第 2 積層体 2 4 のうち光透過領域 1 a に対応する部分は、第 2 ミラー部 3 2 として機能する。第 2 ミラー部 3 2 は、第 1 ミラー部 3 1 に対して基板 1 1 とは反対側において空隙 S を介して第 1 ミラー部 3 1 と対向している。第 2 ミラー部 3 2 は、反射防止層 2 1、第 1 積層体 2 2 及び中間層 2 3 を介して第 1 表面 1 1 a に配置されている。第 2 積層体 2 4 は、複数のポリシリコン層 2 7 と複数の窒化シリコン層 2 8 とが一層ずつ交互に積層されることで構成されている。本実施形態では、ポリシリコン層 2 7 a、窒化シリコン層 2 8 a、ポリシリコン層 2 7 b、窒化シリコン層 2 8 b 及びポリシリコン層 2 7 c が、この順で中間層 2 3 上に積層されている。第 2 ミラー部 3 2 を構成するポリシリコン層 2 7 及び窒化シリコン層 2 8 のそれぞれの光学厚さは、中心透過波長の $1/4$ の整数倍であることが好ましい。

[0023] なお、第 1 積層体 2 2 及び第 2 積層体 2 4 では、窒化シリコン層の代わりに酸化シリコン層が用いられてもよい。また、第 1 積層体 2 2 及び第 2 積層体 2 4 を構成する各層の材料としては、酸化チタン、酸化タンタル、酸化ジルコニウム、フッ化マグネシウム、酸化アルミニウム、フッ化カルシウム、シリコン、ゲルマニウム、硫化亜鉛等が用いられてもよい。

[0024] 第 2 積層体 2 4 において空隙 S に対応する部分には、第 2 積層体 2 4 の中間層 2 3 とは反対側の表面 2 4 a から空隙 S に至る複数の貫通孔 2 4 b が形成されている。複数の貫通孔 2 4 b は、第 2 ミラー部 3 2 の機能に実質的に影響を与えない程度に形成されている。複数の貫通孔 2 4 b は、エッチングによって中間層 2 3 の一部を除去して空隙 S を形成するために用いられる。

[0025] 第 2 積層体 2 4 は、第 2 ミラー部 3 2 に加えて、被覆部 3 3 と、周縁部 3 4 と、を更に有している。第 2 ミラー部 3 2、被覆部 3 3 及び周縁部 3 4 は、互いに同じ積層構造を有し且つ互いに連続するように、一体的に形成されている。被覆部 3 3 は、第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に第 2 ミラー部 3 2 を包囲している。被覆部 3 3 は、中間層 2 3 の基板 1 1 とは反対

側の表面 2 3 a、並びに、中間層 2 3 の側面 2 3 b、第 1 積層体 2 2 の側面 2 2 a 及び反射防止層 2 1 の側面 2 1 a を被覆しており、第 1 表面 1 1 a に至っている。すなわち、被覆部 3 3 は、中間層 2 3 の外縁、第 1 積層体 2 2 の外縁及び反射防止層 2 1 の外縁を被覆している。

[0026] 周縁部 3 4 は、第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に被覆部 3 3 を包囲している。周縁部 3 4 は、外縁部 1 1 c における第 1 表面 1 1 a 上に位置している。周縁部 3 4 の外縁は、第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に基板 1 1 の外縁と一致している。

[0027] 周縁部 3 4 は、外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化されている。すなわち、周縁部 3 4 のうち外縁部 1 1 c の外縁に沿う部分は、周縁部 3 4 のうち外縁に沿う部分を除く他の部分と比べて薄くなっている。本実施形態では、周縁部 3 4 は、第 2 積層体 2 4 を構成するポリシリコン層 2 7 及び窒化シリコン層 2 8 の一部が除去されていることによって薄化されている。周縁部 3 4 は、被覆部 3 3 に連続する非薄化部 3 4 a と、非薄化部 3 4 a を包囲する薄化部 3 4 b と、を有している。薄化部 3 4 b においては、第 1 表面 1 1 a 上に直接に設けられたポリシリコン層 2 7 a 以外のポリシリコン層 2 7 及び窒化シリコン層 2 8 が除去されている。

[0028] 非薄化部 3 4 a の基板 1 1 とは反対側の表面 3 4 c の第 1 表面 1 1 a からの高さは、中間層 2 3 の表面 2 3 a の第 1 表面 1 1 a からの高さよりも低い。非薄化部 3 4 a の表面 3 4 c の第 1 表面 1 1 a からの高さは、例えば 700 nm ～ 1400 nm である。中間層 2 3 の表面 2 3 a の第 1 表面 1 1 a からの高さは、例えば 2000 nm ～ 4000 nm である。薄化部 3 4 b の幅（非薄化部 3 4 a の外縁と外縁部 1 1 c の外縁との間の距離）は、基板 1 1 の厚さの 0.01 倍以上である。薄化部 3 4 b の幅は、例えば 5 μ m ～ 400 μ m である。基板 1 1 の厚さは、例えば 500 μ m ～ 800 μ m である。

[0029] 第 1 ミラー部 3 1 には、光透過領域 1 a を囲むように第 1 電極 1 2 が形成されている。第 1 電極 1 2 は、ポリシリコン層 2 5 c に不純物をドーピングして低抵抗化することで形成されている。第 1 ミラー部 3 1 には、光透過領域 1

aを含むように第2電極13が形成されている。第2電極13は、ポリシリコン層25cに不純物をドーピングして低抵抗化することで形成されている。第2電極13の大きさは、光透過領域1aの全体を含む大きさであることが好ましいが、光透過領域1aの大きさと略同一であってもよい。

[0030] 第2ミラー部32には、第3電極14が形成されている。第3電極14は、空隙Sを介して第1電極12及び第2電極13と対向している。第3電極14は、ポリシリコン層27aに不純物をドーピングして低抵抗化することで形成されている。

[0031] 端子15は、光透過領域1aを挟んで対向するように一対設けられている。各端子15は、第2積層体24の表面24aから第1積層体22に至る貫通孔内に配置されている。各端子15は、配線12aを介して第1電極12と電氣的に接続されている。

[0032] 端子16は、光透過領域1aを挟んで対向するように一対設けられている。各端子16は、第2積層体24の表面24aから中間層23の内部に至る貫通孔内に配置されている。各端子16は、配線13aを介して第2電極13と電氣的に接続されていると共に、配線14aを介して第3電極14と電氣的に接続されている。一対の端子15が対向する方向と、一対の端子16が対向する方向とは、直交している（図1参照）。

[0033] 第1積層体22の表面22bには、トレンチ17、18が設けられている。トレンチ17は、配線13aにおける端子16との接続部分を囲むように環状に延在している。トレンチ17は、第1電極12と配線13aとを電氣的に絶縁している。トレンチ18は、第1電極12の内縁に沿って環状に延在している。トレンチ18は、第1電極12と第1電極12の内側の領域（第2電極13）とを電氣的に絶縁している。各トレンチ17、18内の領域は、絶縁材料であっても、空隙であってもよい。

[0034] 第2積層体24の表面24aには、トレンチ19が設けられている。トレンチ19は、端子15を囲むように環状に延在している。トレンチ19は、端子15と第3電極14とを電氣的に絶縁している。トレンチ19内の領域

は、絶縁材料であっても、空隙であってもよい。

- [0035] 基板 1 1 の第 2 表面 1 1 b には、反射防止層 4 1、第 3 積層体（第 3 層）4 2、中間層（第 3 層）4 3 及び第 4 積層体（第 3 層）4 4 が、この順序で積層されている。反射防止層 4 1 及び中間層 4 3 は、それぞれ、反射防止層 2 1 及び中間層 2 3 と同様の構成を有している。第 3 積層体 4 2 及び第 4 積層体 4 4 は、それぞれ、基板 1 1 を基準として第 1 積層体 2 2 及び第 2 積層体 2 4 と対称の積層構造を有している。反射防止層 4 1、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 は、基板 1 1 の反りを抑制する機能を有している。
- [0036] 第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 は、外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化されている。すなわち、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 のうち外縁部 1 1 c の外縁に沿う部分は、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 のうち外縁に沿う部分を除く他の部分と比べて薄くなっている。本実施形態では、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 は、第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に薄化部 3 4 b と重なる部分において第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 の全部が除去されていることによって薄化されている。
- [0037] 第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 には、光透過領域 1 a を含むように開口 4 0 a が設けられている。開口 4 0 a は、光透過領域 1 a の大きさと略同一の径を有している。開口 4 0 a は、光出射側に開口しており、開口 4 0 a の底面は、反射防止層 4 1 に至っている。
- [0038] 第 4 積層体 4 4 の光出射側の表面には、遮光層 4 5 が形成されている。遮光層 4 5 は、例えばアルミニウム等からなる。遮光層 4 5 の表面及び開口 4 0 a の内面には、保護層 4 6 が形成されている。保護層 4 6 は、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3、第 4 積層体 4 4 及び遮光層 4 5 の外縁を被覆すると共に、外縁部 1 1 c 上の反射防止層 4 1 を被覆している。保護層 4 6 は、例えば酸化アルミニウムからなる。なお、保護層 4 6 の厚さを 1 ～ 1 0 0 n m（好ましくは、3 0 n m 程度）にすることで、保護層 4 6 による光学的な影響を

無視することができる。

- [0039] 以上のように構成されたファブリペロー干渉フィルタ 1 においては、端子 15, 16 を介して第 1 電極 12 と第 3 電極 14 との間に電圧が印加されると、当該電圧に応じた静電気力が第 1 電極 12 と第 3 電極 14 との間に発生する。当該静電気力によって、第 2 ミラー部 32 が、基板 11 に固定された第 1 ミラー部 31 側に引き付けられ、第 1 ミラー部 31 と第 2 ミラー部 32 との距離が調整される。このように、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、第 1 ミラー部 31 と第 2 ミラー部 32 との距離が可変とされている。
- [0040] ファブリペロー干渉フィルタ 1 を透過する光の波長は、光透過領域 1a における第 1 ミラー部 31 と第 2 ミラー部 32 との距離に依存する。したがって、第 1 電極 12 と第 3 電極 14 との間に印加する電圧を調整することで、透過する光の波長を適宜選択することができる。このとき、第 2 電極 13 は、第 3 電極 14 と同電位である。したがって、第 2 電極 13 は、光透過領域 1a において第 1 ミラー部 31 及び第 2 ミラー部 32 を平坦に保つための補償電極として機能する。
- [0041] ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、例えば、ファブリペロー干渉フィルタ 1 に印加する電圧を変化させながら（すなわち、ファブリペロー干渉フィルタ 1 において第 1 ミラー部 31 と第 2 ミラー部 32 との距離を変化させながら）、ファブリペロー干渉フィルタ 1 の光透過領域 1a を透過した光を光検出器によって検出することで、分光スペクトルを得ることができる。
- [0042] 以上説明したように、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、第 2 積層体 24 が、第 1 ミラー部 31 に加えて、中間層 23 を被覆する被覆部 33 と、外縁部 11c における第 1 表面 11a 上に位置する周縁部 34 と、を更に有しており、これら第 1 ミラー部 31、被覆部 33 及び周縁部 34 が、互いに連続するように一体的に形成されている。これにより、第 2 積層体 24 によって中間層 23 が覆われているので、中間層 23 の剥がれが抑制されている。また、第 2 積層体 24 によって中間層 23 が覆われているので、例えばエッチングによって中間層 23 に空隙 S を形成した場合でも、中間層 23 の劣化

が抑制され、その結果、中間層 2 3 の安定性が向上している。更に、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、周縁部 3 4 は、外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化されている。これにより、例えば、基板 1 1 に対応する部分を含むウェハを外縁部 1 1 c の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタ 1 を得た場合でも、基板 1 1 上の各層の劣化が抑制され、その結果、基板上の各層の安定性が向上している。以上により、ファブリペロー干渉フィルタ 1 によれば、基板 1 1 上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。更に、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、第 2 積層体 2 4 によって中間層 2 3 の側面 2 3 b が覆われているので、中間層 2 3 の側面 2 3 b からの光の進入を抑制することができ、迷光の発生を抑制することができる。

[0043] また、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、被覆部 3 3 が第 1 積層体 2 2 の外縁を被覆している。これにより、第 1 積層体 2 2 の剥がれをより確実に抑制することができる。更に、例えば、基板 1 1 に対応する部分を含むウェハを外縁部 1 1 c の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタ 1 を得た場合でも、第 1 積層体 2 2 の劣化をより好適に抑制することができる。

[0044] また、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、第 1 積層体 2 2 が含む窒化シリコン層 2 6 の外縁が被覆部 3 3 によって被覆されている。これにより、第 1 積層体 2 2 の窒化シリコン層 2 6 が外部に露出していないため、例えば、フッ酸ガスを用いたエッチングによって中間層 2 3 に空隙 S を形成した場合でも、フッ酸ガスと窒化シリコン層 2 6 とが反応して残渣が発生することを抑制することができる。

[0045] また、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、第 2 積層体 2 4 を構成するポリシリコン層 2 7 及び窒化シリコン層 2 8 の一部が除去されていることによって、外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化されている。これにより、第 2 積層体 2 4 を構成するポリシリコン層 2 7 及び窒化シリコン層 2 8 のうち除去されずに残存している部分によって、基板 1 1 の第 1 表面 1 1 a を保護することができる。更に、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、薄化部 3 4 b にはポリシリコン層 2 7 a のみが残存している。これにより、薄化部 3 4 b

の表面が滑らかになるので、例えば、基板 1 1 に対応する部分を含むウェハを外縁部 1 1 c の外縁に沿って切断するために、レーザ光を外縁部 1 1 c の外縁に沿ってウェハの内部に集光させた場合でも、レーザ光をウェハの内部に好適に集光させてウェハを精度良く切断することができ、基板 1 1 上の各層の劣化をより好適に抑制することができる。

[0046] また、ファブリペロー干渉フィルタ 1 では、基板 1 1 の第 2 表面 1 1 b に第 3 積層体 4 2 及び第 4 積層体 4 4 が配置されており、第 3 積層体 4 2 及び第 4 積層体 4 4 が外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化されている。これにより、基板 1 1 の第 1 表面 1 1 a 側と第 2 表面 1 1 b 側との間の層構成の不一致に起因する基板 1 1 の反りを抑制することができる。更に、例えば、基板 1 1 に対応する部分を含むウェハを外縁部 1 1 c の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタ 1 を得た場合でも、第 3 積層体 4 2 及び第 4 積層体 4 4 の劣化が抑制され、その結果、基板 1 1 上の各層の安定性が向上している。

[0047] 次に、図 4 ～図 7 を参照しつつ、ファブリペロー干渉フィルタ 1 の製造方法の一例を説明する。まず、図 4 (a) に示されるように、基板 1 1 に対応する部分 R を複数含むウェハ 1 0 を用意し、第 1 ミラー部 3 1 を有する第 1 積層体 2 2 を、ウェハ 1 0 の基板 1 1 に対応する部分 R ごとに形成する（第 1 ステップ）。ウェハ 1 0 は、例えばシリコンウェハである。ウェハ 1 0 において、部分 R は、例えば、互いに隣接するように格子状に配置されている。部分 R 同士の境界上には、ダイシングライン L が設定されている。

[0048] 第 1 ステップでは、まず、部分 R の第 1 表面 1 1 a 上に反射防止層 2 1 を形成し、これと同時に、部分 R の第 2 表面 1 1 b 上に反射防止層 4 1 を形成する。続いて、反射防止層 2 1 上に、第 1 積層体 2 2 を構成するポリシリコン層 2 5 a、窒化シリコン層 2 6 a、ポリシリコン層 2 5 b、窒化シリコン層 2 6 b 及びポリシリコン層 2 5 c をこの順序で積層する。この第 1 積層体 2 2 の積層と同時に、反射防止層 4 1 上に、第 3 積層体 4 2 を構成するポリシリコン層及び窒化シリコン層を積層する。第 1 積層体 2 2 の積層の際には

、ポリシリコン層 2 5 及び窒化シリコン層 2 6 を第 1 表面 1 1 a 上にわたって積層した後に、ポリシリコン層 2 5 及び窒化シリコン層 2 6 のうち第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に外縁部 1 1 c 上に位置する部分をエッチングによって除去する。また、第 1 積層体 2 2 の積層と並行して、ポリシリコン層 2 5 b, 2 5 c を不純物ドーピングによって部分的に低抵抗化し、第 1 電極 1 2 及び第 2 電極 1 3 を形成する。続いて、エッチングによってトレンチ 1 7, 1 8 を形成する。

[0049] 続いて、図 4 (b) に示されるように、空隙 S に対応する除去予定部 5 0 を有する中間層 2 3 を、部分 R ごとに形成する (第 2 ステップ)。第 2 ステップでは、まず、中間層 2 3 によって第 1 積層体 2 2 が覆われるように、部分 R の第 1 表面 1 1 a 上にわたって中間層 2 3 を形成する。この中間層 2 3 の形成と同時に、第 3 積層体 4 2 上に中間層 4 3 を形成する。続いて、中間層 2 3 のうち第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に外縁部 1 1 c 上に位置する部分をエッチングによって除去する。このエッチングの際に、反射防止層 2 1 のうち第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に外縁部 1 1 c 上に位置する部分が除去される。また、このエッチングの際に、図 3 の配線 1 3 a 及び端子 1 5, 1 6 に対応する部分に空隙を形成する。

[0050] 続いて、図 5 (a)、図 5 (b) 及び図 6 (a) に示されるように、複数の貫通孔 2 4 b が形成された第 2 ミラー部 3 2 と、中間層 2 3 を被覆する被覆部 3 3 と、外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化された周縁部 3 4 と、を有する第 2 積層体 2 4 を、部分 R ごとに形成する (第 3 ステップ)。

[0051] 第 3 ステップでは、まず、中間層 2 3 上に、第 2 積層体 2 4 を構成するポリシリコン層 2 7 a、窒化シリコン層 2 8 a、ポリシリコン層 2 7 b、窒化シリコン層 2 8 b 及びポリシリコン層 2 7 c をこの順序で積層する。より具体的には、図 5 (a) に示されるように、第 2 積層体 2 4 によって中間層 2 3 の表面 2 3 a 及び側面 2 3 b、第 1 積層体 2 2 の側面 2 2 a 並びに反射防止層 2 1 の側面 2 1 a が覆われるように、部分 R の第 1 表面 1 1 a 上にわたって第 2 積層体 2 4 を積層する。一方、第 2 積層体 2 4 の積層と同時に、中

間層 4 3 上に、第 4 積層体 4 4 を構成するポリシリコン層及び窒化シリコン層を積層する。続いて、図 5 (b) に示されるように、ポリシリコン層 2 7 a 以外のポリシリコン層 2 7 及び窒化シリコン層 2 8 のうち薄化部 3 4 b に対応する部分をエッチングによって除去することにより、外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化された周縁部 3 4 を形成する。また、第 2 積層体 2 4 の積層と並行して、ポリシリコン層 2 7 a を不純物ドーパによって部分的に低抵抗化し、第 3 電極 1 4 を形成する。続いて、端子 1 5, 1 6 を形成する。

[0052] 続いて、図 6 (a) に示されるように、第 2 積層体 2 4 を部分的にエッチングすることにより、第 2 ミラー部 3 2 の表面 2 4 a から除去予定部 5 0 に至る貫通孔 2 4 b を形成する。続いて、第 4 積層体 4 4 上に遮光層 4 5 を形成する。続いて、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3、第 4 積層体 4 4 及び遮光層 4 5 のうち垂直な方向から見た場合に薄化部 3 4 b と重なる部分をエッチングによって除去することにより、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 を外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化する。また、このエッチングの際に、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3、第 4 積層体 4 4 及び遮光層 4 5 に開口 4 0 a を形成する。続いて、遮光層 4 5 の表面及び開口 4 0 a の内面に、保護層 4 6 を形成する。

[0053] 続いて、図 6 (b) に示されるように、貫通孔 2 4 b を介したエッチングによって除去予定部 5 0 を除去することにより、第 1 ミラー部 3 1 と第 2 ミラー部 3 2 との間に位置する空隙 S を、部分 R ごとに形成する（第 4 ステップ）。第 4 ステップでは、貫通孔 2 4 b を介した気相エッチングによって除去予定部 5 0 を除去する。この気相エッチングには、例えばフッ酸ガスが用いられる。

[0054] 続いて、図 6 (b) に示されるように、ダイシングライン L において外縁部 1 1 c の外縁に沿ってウェハ 1 0 を切断し、ファブリペロー干渉フィルタ 1 を得る（第 5 ステップ）。第 5 ステップにおいては、例えば、第 1 表面 1 1 a 側からのレーザ光の照射によって、外縁部 1 1 c の外縁に沿ってウェハ 1 0 の内部に改質領域を形成し、改質領域からウェハ 1 0 の厚さ方向に亀裂

を伸展させることにより、外縁部 11c の外縁に沿ってウェハ 10 を切断する。

[0055] 以上説明したように、ファブリペロー干渉フィルタ 1 の製造方法では、中間層 23 を被覆する被覆部 33 を有する第 2 積層体 24 を形成した後に、エッチングによって中間層 23 の除去予定部 50 を除去する。これにより、エッチングによって除去予定部 50 を除去する際の中間層 23 の劣化を抑制することができる。更に、このファブリペロー干渉フィルタ 1 の製造方法では、外縁部 11c の外縁に沿って薄化された周縁部 34 を有する第 2 積層体 24 を形成した後に、ウェハ 10 を外縁部 11c の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタ 1 を得る。これにより、ウェハ 10 の切断の際の基板 11 上の各層の劣化を抑制することができる。また、このファブリペロー干渉フィルタ 1 の製造方法により製造されたファブリペロー干渉フィルタ 1 では、第 2 積層体 24 によって中間層 23 が被覆されているので、中間層 23 の剥がれが抑制されている。以上より、このファブリペロー干渉フィルタ 1 の製造方法によれば、基板 11 上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。

[0056] また、このファブリペロー干渉フィルタ 1 の製造方法では、レーザ光の照射によってウェハ 10 の内部に改質領域を形成し、当該改質領域からウェハ 10 の厚さ方向に亀裂を伸展させることによってウェハ 10 を切断する。薄化部 34b を形成することにより、レーザ光をウェハ 10 の内部に好適に集光させることができ、ウェハ 10 を精度良く切断することができる。

[0057] 以上、本開示の一実施形態について説明したが、本開示の一形態は、上記一実施形態に限られない。例えば、各構成の材料及び形状には、上述した材料及び形状に限らず、様々な材料及び形状を採用することができる。

[0058] 周縁部 34 は、薄化部 34b においてポリシリコン層 27 及び窒化シリコン層 28 の全部が除去されていることによって薄化されていてもよい。この場合、周縁部 34 の外縁は、第 1 表面 11a に垂直な方向から見た場合に外縁部 11c の外縁よりも内側に位置する。薄化部 34b において、ポリシリ

コン層 2 7 a 上にポリシリコン層 2 7 又は窒化シリコン層 2 8 が更に配置されていてもよい。つまり、周縁部 3 4 のうち外縁部 1 1 c の外縁に沿う部分の厚さが、周縁部 3 4 のうち外縁部 1 1 c の外縁に沿う部分を除く他の部分の厚さよりも小さければよい（0 を含む）。第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 は、第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に薄化部 3 4 b と重なる領域において各層の一部が除去されていることによって薄化されていてもよい。つまり、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 のうち外縁部 1 1 c の外縁に沿う部分の厚さが、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3 及び第 4 積層体 4 4 のうち外縁部 1 1 c の外縁に沿う部分を除く他の部分の厚さよりも小さければよい（0 を含む）。

[0059] 周縁部 3 4 と外縁部 1 1 c における第 1 表面 1 1 a との間に第 1 積層体 2 2 が介在していてもよい。この場合、第 1 積層体 2 2 の外縁は、第 1 表面 1 1 a に垂直な方向から見た場合に、中間層 2 3 の外縁と外縁部 1 1 c の外縁との間に位置していてもよいし、外縁部 1 1 c の外縁と一致していてもよい。これらの場合、第 1 積層体 2 2 において外縁部 1 1 c における第 1 表面 1 1 a 上に位置する部分（周縁部）は、外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化されていてもよい。この構成によれば、基板 1 1 に対応する部分 R を含むウェハ 1 0 を外縁部 1 1 c の外縁に沿って切断し、ファブリペロー干渉フィルタ 1 を得た場合でも、基板 1 1 上の各層の劣化をより好適に抑制することができる。更に、第 1 積層体 2 2 の周縁部が外縁部 1 1 c の外縁に沿って薄化されているので、レーザ光の照射によってウェハ 1 0 の内部に改質領域を形成し、当該改質領域からウェハ 1 0 の厚さ方向に亀裂を伸展させることによってウェハ 1 0 を切断した場合でも、レーザ光をウェハ 1 0 の内部に好適に照射することができる。なお、第 1 積層体 2 2 の外縁が外縁部 1 1 c の外縁と一致する場合、周縁部 3 4 は、第 1 積層体 2 2 の外縁を被覆しない。

[0060] ファブリペロー干渉フィルタ 1 は、基板 1 1 の第 2 表面 1 1 b に設けられた積層構造（反射防止層 4 1、第 3 積層体 4 2、中間層 4 3、第 4 積層体 4 4、遮光層 4 5 及び保護層 4 6）を備えていなくてもよい。第 3 積層体 4 2

、中間層43及び第4積層体44は、外縁部11cの外縁に沿って薄化されていなくてもよい。上記第5ステップでは、ブレードダイシング等の他のダイシング方法によってウェハ10を切断してもよい。上記実施形態では、薄化部34bが非薄化部34aを連続的に包囲していたが、薄化部34bは、非薄化部34aを断続的に包囲していてもよい。すなわち、周縁部34は、外縁部11cの外縁の少なくとも一部に沿って薄化されていればよい。

[0061] 上記実施形態において、周縁部34は、外縁部11cの外縁に沿って薄化されていなくてもよい。この場合でも、第2積層体24によって中間層23が覆われているので、中間層23の剥がれが抑制されている。更に、被覆部33が第1積層体22の外縁を被覆しており、第2積層体24によって第1積層体22が覆われているので、第1積層体22の剥がれが抑制されている。

[0062] 図8(a)に示される第1変形例のファブリペロー干渉フィルタ1Aのように、上記実施形態のファブリペロー干渉フィルタ1において、ポリシリコン層25cの外縁が第1表面11aに垂直な方向から見た場合に第1積層体22の外縁の内側に位置し、ポリシリコン層25cの外縁とポリシリコン層27aとの間に中間層23が介在していてもよい。第1変形例によっても、上記実施形態と同様に、基板11上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。更に、第1変形例では、第1電極12が形成されたポリシリコン層25cと、第3電極14が形成されたポリシリコン層27aとの間の電氣的な絶縁性が高められている。これにより、ポリシリコン層25c、27aを介して第1電極12と第3電極14との間に電流のリークが生じるのを抑制することができる。その結果、第1電極12と第3電極14との間に印加する電圧の増加を抑制することができる。

[0063] 図8(b)に示される第2変形例のファブリペロー干渉フィルタ1Bのように、第1変形例のファブリペロー干渉フィルタ1Aにおいて、端子15、16を囲むように環状に延在するトレンチ52がポリシリコン層27aに設けられていてもよい。第2変形例によっても、上記実施形態と同様に、基板

11上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。更に、第2変形例では、第1電極12が形成されたポリシリコン層25cと、第3電極14が形成されたポリシリコン層27aとの間の電氣的な絶縁性が一層高められている。これにより、ポリシリコン層25c、27aを介して第1電極12と第3電極14との間に電流のリークが生じるのを一層抑制することができる。

[0064] 図9(a)に示される第3変形例のファブリペロー干渉フィルタ1Cのように、上記実施形態のファブリペロー干渉フィルタ1において、端子15、16を囲むように環状に延在するトレンチ52がポリシリコン層27aに設けられると共に、端子15、16を囲むように環状に延在するトレンチ53がポリシリコン層25cに設けられていてもよい。第3変形例によっても、上記実施形態と同様に、基板11上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。更に、第3変形例では、第1電極12が形成されたポリシリコン層25cと、第3電極14が形成されたポリシリコン層27aとの間の電氣的な絶縁性が高められている。これにより、ポリシリコン層25c、27aを介して第1電極12と第3電極14との間に電流のリークが生じるのを抑制することができる。

[0065] 図9(b)に示される第4変形例のファブリペロー干渉フィルタ1Dのように、上記実施形態のファブリペロー干渉フィルタ1において、第1積層体22の外縁が第1表面11aに垂直な方向から見た場合に中間層23の外縁の内側に位置し、第1積層体22の外縁と第2積層体24との間に中間層23が介在していてもよい。第4変形例によっても、上記実施形態と同様に、基板11上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。更に、第4変形例では、第1電極12が形成されたポリシリコン層25cと、第3電極14が形成されたポリシリコン層27aとの間の電氣的な絶縁性が高められている。これにより、ポリシリコン層25c、27aを介して第1電極12と第3電極14との間に電流のリークが生じるのを効果的に抑制することができる。

[0066] 図10に示される第5変形例のファブリペロー干渉フィルタ1Eのように、上記実施形態のファブリペロー干渉フィルタ1において、ポリシリコン層27aにおける第1積層体22及び中間層23の外縁を被覆する部分が除去されていてもよい。第5変形例によっても、上記実施形態と同様に、基板11上の各層に剥がれが生じるのを抑制することができる。更に、第5変形例では、ポリシリコン層25cが窒化シリコン層28aによって被覆されているので、第1電極12が形成されたポリシリコン層25cと、第3電極14が形成されたポリシリコン層27aとの間の電氣的な絶縁性が高められている。これにより、ポリシリコン層25c、27aを介して第1電極12と第3電極14との間に電流のリークが生じるのを抑制することができる。

符号の説明

[0067] 1…ファブリペロー干渉フィルタ、10…ウェハ、11…基板、11a…第1表面、11b…第2表面、11c…外縁部、22…第1積層体（第1層）、23…中間層、24…第2積層体（第2層）、24b…貫通孔、31…第1ミラー部、32…第2ミラー部、33…被覆部、34…周縁部、42…第3積層体（第3層）、43…中間層（第3層）、44…第4積層体（第3層）、50…除去予定部、S…空隙。